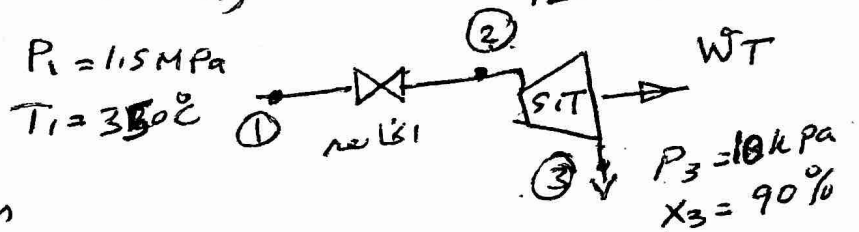
Final Fall 2010-2011

2) يشتغل توربين بخاري ، المبين في الشكل التالي ، وهو في حالة مستقرة عند حمل جزئي بواسطة خانقة البخار ، وذلك بخفض الضغط عند دخوله التوربين ، حيث كان الضغط ودرجة الحرارة قبل الخانقة 1.5MPa ، 350°C على الترتيب ، وينخفض الضغط بعد الخانقة الى 1 MPa . تصبح حالة البخار عند الخروج من التوربين عند ضغط 10kPa وبجودة بخار 90% . مع إهمال طاقتي الحركة والوضع ، إحسب انتقال الحرارة خلال التوربين ، أوجد .

1- درجة الحرارة عند الدخول للتوربين بوحدات °C

2- الشغل المنتج من التوربين ، بوحدات $\frac{kJ}{kg}$



For SSSF process

throttle.

$h_1 = h_2$ => From Steam Tables $h_1 @ \begin{matrix} 1.5MPa \\ 350°C \end{matrix} = 3145.335 \frac{kJ}{kg}$

Steam Turbine

$W_T = (h_2 - h_3)$

$h_3 = (h_f + x_3 h_{fg}) @ 10kPa = 191.81 + 0.9(2392.82) = 2345.348 \frac{kJ}{kg}$

$W_T = 3145.335 - 2345.348 = 799.987 \simeq 800 \frac{kJ}{kg}$

درجة الحرارة قبل دخول البخار للتوربين .

at 2

$h_g @ 1MPa = 2778 < h_2$

$h_2 = 3145.335 \frac{kJ}{kg}$, $P_2 = 1MPa$ => ~~Steam~~ water is Superheated.

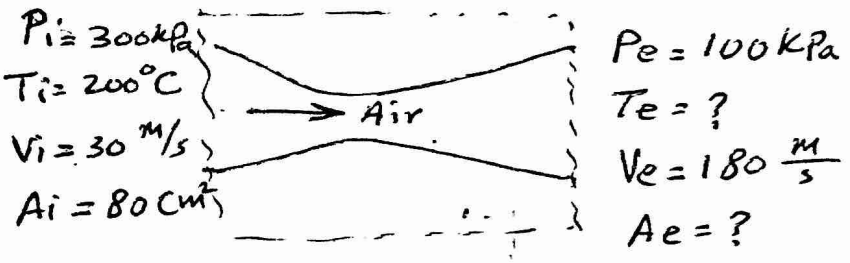
∴ from steam Tables $T_2 @ \begin{matrix} h_2 = 3145 \frac{kJ}{kg} \\ P_2 = 1MPa \end{matrix} = 345.68°C$

345.68°C

Fall 2011 - 2012

2 - يدخل هواء إلى فوهة كاظمة للحرارة باستقرار عند ضغط 300 kPa ، ودرجة حرارة 200°C وبسرعة 30 m/s ، ويغادر الفوهة عند ضغط 100 kPa ، وبسرعة 180 m/s ، كما هو موضح بالشكل . كانت المساحة المقطعية لمدخل الفوهة 80 cm² . أوجد

أ - المعدل الزمني لتدفق الكتلة خلال الفوهة . ب - درجة حرارة الهواء عند الخروج . ج - المساحة المقطعية للفوهة عند الخروج . باستخدام القيم التالية لثابت الغاز ، لحرارة النوعية عند ثبوت الضغط للهواء $R = 0.287 \frac{kJ}{kg.K}$ ، $c_p = 1.102 \frac{kJ}{kg.K}$



First Law For SSSF (Nozzle)

$$h_e - h_i = \frac{V_i^2 - V_e^2}{2}$$

$$C_p(T_e - T_i) = \frac{1}{2}(V_i^2 - V_e^2) \Rightarrow T_e - T_i = \frac{1}{2C_p}(V_i^2 - V_e^2) \Rightarrow T_e = T_i + \frac{1}{2C_p}(V_i^2 - V_e^2)$$

$$T_e = 473 + \frac{1}{2 \times 1.102 \times 10^3}(30^2 - 180^2) = 457.5\ K = \underline{\underline{184.5^\circ C}}$$

$$P_i v_i = RT_i \Rightarrow v_i = \frac{RT_i}{P_i} = \frac{0.287 * (200+273)}{300} = 0.4525 \frac{m^3}{kg}$$

$$\dot{V}_i = V_i A_i = \dot{m} v_i \Rightarrow 30 * 80 \times 10^{-4} = \dot{m}(0.4525) \Rightarrow \dot{m} = \underline{\underline{0.5304}} \frac{kg}{s}$$

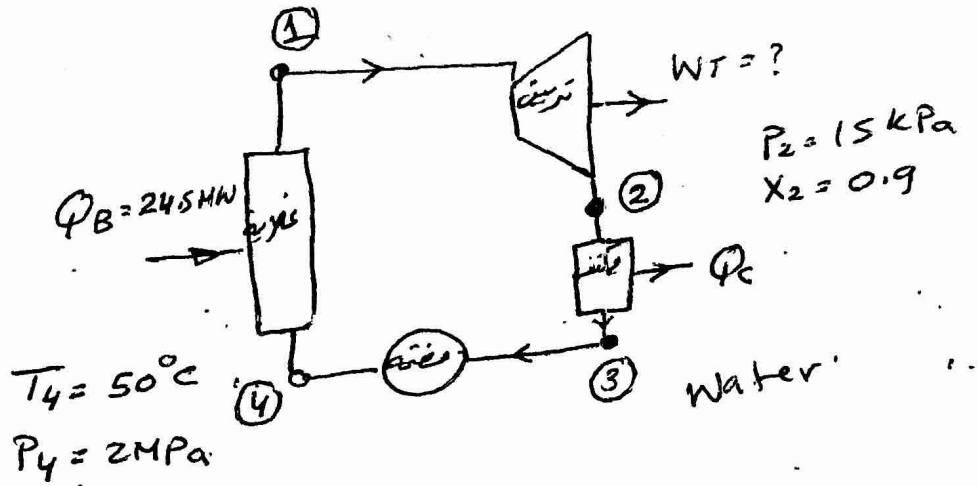
$$\dot{m}_i = \dot{m}_e \Rightarrow V_e A_e = \dot{m} v_e$$

$$v_e = \frac{RT_e}{P_e} = \frac{0.1287 * 457.5}{100} = 1.313 \frac{m^3}{kg}$$

$$A_e = \frac{\dot{m} v_e}{V_e} = \frac{0.5304 * 1.313}{180} = 0.003868\ m^2 = 38.68\ Cm^2$$

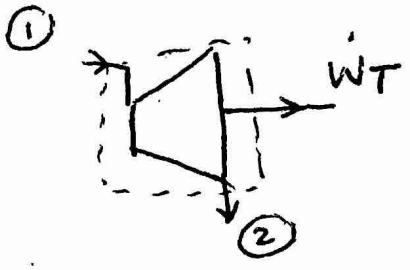
القانون الاول لديناميكا الحرارية : SSSF

مثال : في المحطة البخارية البسيطة الموضحة بالشكل . في حالة التدفق المستقر ، احسب قدرة التوربينة إذا كان معدل تدفق البخار هو $10 \frac{kg}{s}$



First Law For SSSF Procen:

$$\dot{Q}_{c.v} = \dot{m}(h_e - h_i) + \dot{m}\left(\frac{V_e^2 - V_i^2}{2}\right) + mg(z_e - z_i) + \dot{W}_{c.v}$$

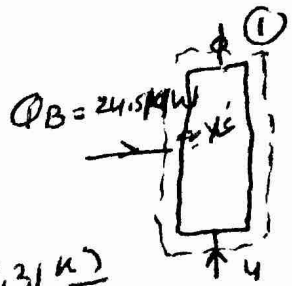


$$\dot{W}_T = \dot{m}(h_i - h_2)$$

$$h_2 = (h_f + x_2 h_{fg})\ @\ 15\,kPa.$$

$$= (225.91 + 0.9 \times 2373.4) = 2361.97 \frac{kJ}{kg}$$

$h_1 = ?$



$$\dot{Q}_B = \dot{m}(h_1 - h_4)$$

$$h_4 = h_f @ 50°C = 209.31 \frac{kJ}{kg}$$

$$24500 = 10(h_1 - 209.31) \Rightarrow h_1 = 2659.31 \frac{kJ}{kg}.$$

$$\dot{W}_T = 10(2659.31 - 2361.97) = 2973.4\ KW = \underline{2.973\ MW}$$